

## 新旧部門長からのメッセージ

### 第89期部門長退任のご挨拶



第89期エンジンシステム部門長  
村瀬 英一（九州大学）

第89期は昨年3月の東日本大震災の混乱の中スタートし、4月後半からようやく会議等が開ける状態でした。そのような混乱、かつ財政難の中、部門運営を無事終えることができましたのは、ひとえに部門幹事の内藤健先生をはじめ、総務委員、運営委員、各委員会の委員長、部門会員の皆様のご支援、ご協力の賜物と深く感謝申し上げます。また、機械学会の加藤佐知子様には、この1年間部門運営に関する適切な対応をして頂き、心より感謝申し上げます。

震災以後、エネルギーの多様化や再生可能エネルギーに対する関心が高くなり、電気自動車やプラグインハイブリッドなどの新しいパワーソースに対しても well to wheel での議論が活発に行われるようになりました。エンジンシステム部門は、自動車用エンジンはもとより、船用、汎用、スターリングエンジン、燃料電池など幅広い分野をカバーしていますので、エネルギーに対する客観的な議論を期待しています。また、クリーンディーゼル車が出てきたことによるディーゼル乗用車普及への期待や、スポーツタイプの乗用車の久しぶりの出現など、エコがベースでありつつも運転することが楽しい自動車が出てきたのは、個人的に大変喜ばしいことです。

さて、委員会や研究会の予算をほぼ2割削減したこの1年間の活動を振り返ってみたいと思いま

す。部門の大きな事業である「第22回内燃機関シンポジウム」(11/29～12/1)は基調講演2件、一般講演98件、参加者428名で、また「第14回スターリングサイクルシンポジウム」(12/7～8)は、市民公開行事としての特別講演2件、一般講演41件、参加者115名で実施されました。電力不足により変則的なスケジュールで9月に開催されました年次大会では、開催予定でなかった同好会を急遽開くなどしましたが、動力エネルギーシステム部門と合同で企画・開催しましたワークショップ「エンジン・動力システムの高効率化への挑戦」、部門長による基調講演、部門表彰などを無事終えることができました。なお今年7月に開催されますCOMODIA2012は講演申し込み締め切り時に150ものアブストラクトが集まり、Executive Panel Sessionを企画するなど、その準備は順調に行われています。講習会と基礎教育講習会は緊縮財政のため各1回しか開くことができませんでした。また11の研究会の活動が行われました。研究会においては新設として3研究会、延長で2研究会が加わり、2研究会が終了しました。研究会の設置数は、他部門の大多数が1～5程度であることを考えると、きわめて活発な活動をしていると考えられます。ニュースレターはNo.46とNo.47を発行いたしました。これも今年からWeb.のみの発行とし、費用削減を行いました。また、以前から部門の英文論文誌である「International Journal of Engine Research」の取り扱いに対して、機械学会の論文集の見直しをきっかけに、念願でありました部門の英文誌として認められるようになりました。

最後になりますが、第89期は過去5年間の部門活動評価実施時期に当たっていました。機械学

会に提出しました実績報告書に基づき評価されるのですが、結果は5年前と同じで、総合判定B評価でした（Aが11部門、Bが7部門、Cが2部門）。A、B評価の部門は問題ないとの説明ですが、部門活動を一律の評価項目で点数化するこ

とには疑問を感じます。なお、今後5年間のポリシーステートメントを次期部門長の岡山大学の富田先生に作成して頂いています。第90期は、新しいポリシーステートメントと新体制により、ますます部門が充実、発展することを願っております。

## 第90期部門長就任のご挨拶



第90期エンジンシステム部門長  
富田 栄二（岡山大学）

第90期エンジンシステム部門長を仰せつかりました。部門幹事の三上先生（山口大学）をはじめ、皆様方のご協力を得て、2012年度の部門運営に尽力いたす所存でございます。

他学会では、それぞれ個別のエンジンシステムを扱っていますが、本エンジンシステム部門は、機械工学という観点から見て、内燃機関、外燃機関を問わず、あらゆるエンジンシステムを包括しているのが特徴です。エンジンの用途は、自動車用、船用、航空機用、産業用、鉄道用、建機用、農業用、汎用と多岐にわたっています。

2001年から始まった5年ごとの部門活動評価では、総合判定で「ほぼ予定通りに活動できた」というB評価（3段階）となりました。A判定（活動が活発であると認められる）が11部門、B判定が7部門、C判定（活動改善が望まれる）が2部門という中では、まずまずの結果だったかと思えます。

エンジンシステム部門内に編集委員会を設置し、編集協力をしている International Journal of Engine Research 誌のインパクトファクターが0.947と工学系雑誌としては高めの評価を得ています。やっと、この雑誌が日本機械学会のジャーナルと認められました。しかし、まだ、日本機械学会論文賞の対象と認められていないことなど、不利な点もあり、改善を要求しております。

内燃機関シンポジウムは、2010年度から、毎年の秋頃の開催（自動車技術会と交互に主催）とともに、日本機械学会が主催のときには、各地域における研究会グループをベースにするという方針

が示されました。2012年度の第23回は10月31日から11月2日まで北海道大学で開催されます。また、第15回スターリングサイクルシンポジウムは11月17日に、明星大学日野キャンパスにおいて開催されます。また、2012年度は部門主催の国際会議であるCOMODIAが開催されます。前回は2008年に札幌で開催されましたが、今回は7月23日から26日まで福岡リーセントホテルで村瀬先生を委員長として開催されます。

数年来、部門の余剰金削減が求められていたこともあり、赤字運営を行ってきた結果、現在、部門における財政状況は極めて厳しくなっております。昨年、一般社団法人になってからは、目的基金の積立が可能になり、また余剰金の繰越が可能となったので、方針を転換して収支を健全化していきたいと考えています。本部からの部門交付金は約60～70万円です。それに対して、ニュースレター発行や運営委員会、各種委員会等の部門活動費が約170万円、各研究会への配分費が80万円強必要です。よって、年間200万円弱の不足となります。部門を円滑に運営するためにはこの不足分を講演会や講習会等での収入で賄う必要があります。ただし、講習会活動は、ユーロ問題をはじめ、日本でも不透明な経済情勢の中、参加者数が多くない状況が続いております。エンジンシステム部門では、多くの研究会を設置しています。新分野・テーマの調査、開拓を担当する研究会、また、地域に根ざした若手育成のための研究会があります。これらの活動を停滞させないためにも、会員の皆様のご理解と更なるご協力をお願いいたします。とはいえ、収支のバランスを取りながら、会員の皆様にできる限り、いろいろなサービスを行うことが学会の使命の一つです。

最後に、インフォメーションメールでは、今年度から人事情報を扱うことができるようになりましたので、ご活用ください。

### 【目次】

新旧部門長からのメッセージ……………1～3	海外滞在記……………9
部門企画行事のお知らせ……………4～5	研究エッセー……………11～14
部門活動紹介……………6～7	行事カレンダー……………15
部門賞委員会報告……………8～9	

日本機械学会・エンジンシステム部門・平成24年度(90期)組織表

日本機械学会・部門協議会

エンジンシステム部門  
部門登録会員  
第1位登録 1,324名  
第2位登録 694名  
第3位登録 551名  
第4位登録 250名  
第5位登録 146名  
(計2,965名)平成24年2月末

エンジンシステム部門・平成24年(90期)代議員30名  
(部門長より支部へ選任依頼の結果選出された部門代議員)  
関東 (0区12名): 青柳(新エィシーイー)、内藤(早稲田大)、園(ホンダ)、  
竹内(サクシヨン瓦斯機関)、森吉(千葉大)、石間(群馬大)、  
飯田(慶應大)、森(帝京大)、島崎(いすず)、木村(日産)、  
野村(日大)、土屋(日本自動車研)  
東北 (1区1名): 鈴木(東北学院大)  
北海道 (2区2名): 小川(北大)、北川(北海道工業大)  
東海 (3区6名): 岡本(豊田自動織機)、神山(トヨタ) 山本(三菱自)、都竹(ヤマハ)、  
守田(スズキ)、上田(豊田中研)  
関西 (4区4名): 石山(京大)、中村(堀場)、瀬川(大阪府立大)、岡田(ヤンマー)  
中国四国 (5・6区2名): 富田(岡山大)、木戸口(徳島大)  
北陸信越 (7区1名): 榎本(金沢大)  
九州 (8区2名): 村瀬(九州大)、北川(九州大)

部門長  
富田 栄二  
(岡山大)  
副部門長  
後藤 新一  
(産総研)  
幹事  
三上 真人  
(山口大)

エンジンシステム  
部門運営委員会  
1. 富田 栄二  
2. 後藤 新一  
3. 三上 真人  
4. 村瀬 英一  
5. 内藤 健  
6. 小熊 光晴  
7. 木戸口 善行  
8. 園 比呂志  
9. 石間 経章  
10. 北川 敏明  
11. 瀬川 大資  
12. 森吉 泰生  
13. 小川 英之  
14. 榎本 啓士  
15. 河原 伸幸  
16. 竹内 誠  
17. 青柳 友三  
18. 石山 拓二  
19. 高橋 周平

学会事務局  
会員・情報管理  
グループ  
部門事業担当  
担当:  
加藤 佐知子

総務委員会: エンジンシステム部門の業務遂行、  
インフォメーションメールの配信(一般)  
委員長: 富田 栄二(岡山大)、幹事: 三上 真人(山口大)  
委員: 後藤 新一(産総研)、小熊 光晴(産総研)

広報委員会: ニュースレター発行、HP 管理、  
インフォメーションメールの配信(行事)  
委員長: 木戸口 善行(徳島大学)  
幹事: 河崎 澄(滋賀県立大)

技術委員会: 研究会および分科会の統括  
委員長: 園 比呂志(ホンダ)、幹事: 内藤 健(早稲田大)

学会表彰・年鑑委員会: 学会表彰、学会誌 8 月号年鑑号  
委員長: 石間 経章(群馬大)、幹事: 中谷 辰爾(東大)

部門賞委員会: エンジンシステム部門賞  
委員長: 北川 敏明(九大)、幹事: 荒木幹也(群馬大)

講習会企画委員会: 部門講習会の企画と実施  
委員長: 瀬川 大資(大阪府立大)、幹事: 佐々木 秀次(海洋大)

基礎教育講習会委員会: 基礎教育講習会の企画と実施  
委員長: 森吉 泰生(千葉大)、幹事: 倉地 克昌(ダイハツ)

内燃機関シンポジウム委員会: シンポの企画と実施  
委員長: 小川 英之(北大)  
副委員長: 富田 栄二(岡山大)、幹事: 柴田 元(北大)

年次大会企画委員会: 90 期・金沢大学の企画  
委員長: 榎本 啓士(金沢大)  
副委員長: 河原 伸幸(岡山大)、幹事: 加藤 聡(明治大)

スターリングサイクル委員会: 企画活動の統括  
委員長: 竹内 誠(サクシヨン瓦斯機関)  
幹事: 篠木 政利(福島高専)

エンジンリサーチ誌編集委員会: 編集業務  
委員長: 石山 拓二(京大)、幹事: 川那辺 洋(京大)

国際企画委員会: 国際会議等の統括  
委員長: 青柳 友三(新エィシーイー)、幹事: 古畑 朋彦(群馬大)  
COMODIA2012 実行委員長: 村瀬 英一(九州大)  
COMODIA2016 準備委員長: 未定

ロードマップ委員会: ロードマップの作成  
委員長: 高橋 周平(岐阜大)、幹事: 野村 浩司(日本大)

研究会  
A-TS 07-21  
エンジン先進技術の基礎と応用研究会  
主査: 千田 二郎(同志社大)、幹事: 野田利幸(三菱自)  
A-TS 07-32  
西日本エンジンシステム研究会  
主査: 西田恵哉(広島大)、幹事: 八房智顕(広島工大)  
A-TS 07-43  
九州先進エンジンテクノロジー研究会  
主査: 植木弘信(長崎大)、幹事: 坂口大作(長崎大)  
A-TS 07-47  
先進内燃機関セミナー研究会  
主査: 青柳友三(新 ACE)、幹事: 北村高明(日本自動車研)  
A-TS 07-48  
北信越エンジンシステム研究会  
主査: 手崎 崇(富山大)、幹事: 大嶋元啓(福井工大)  
A-TS 07-49  
スターリングサイクル機器を題材にした実践的技術者  
教育に関する研究会  
主査: 大高敏男(国士館大)  
幹事: 鈴木伸治(サクシヨン瓦斯)  
A-TS 07-50  
北海道新エンジンシステム研究会  
主査: 城戸章宏(北海道自短大)  
幹事: 西川孝二(北海道自短大)  
A-TS 07-51  
強制力の弱いスターリングサイクル機器の特性理解と  
その応用に関する研究会  
主査: 原村嘉彦(神奈川大)、幹事: 上田祐樹(東京農工大)  
A-TS 07-52  
自着火制御技術の高度化研究会  
主査: 中野道王(日本工業大)、幹事: 飯島晃良(日本大)  
A-TS 07-53  
エネルギー多様化時代のエンジン技術研究会  
主査: 調尚孝(日本自動車部品総合研)  
幹事: 高橋周平(岐阜大)、田村守淑(東邦ガス)

シンポジウム実行委員会

JSME, I Mech E, SAE  
(Professional Engineering Publishing)

ES 部門傘下以外  
会誌トピックス委員  
内藤 健(早稲田大)  
三上 真人(山口大)

### 2012年度年次大会のご案内

年次大会企画委員会  
榎本 啓士 (金沢大学)



2012年度年次大会が2012年9月9日(日)から12日(水)の期間で金沢大学角間キャンパスにて開催されます。大会テーマは「日本再生に向け新たな未来を切り拓く機械工学」です。エンジンシステム部門においても、部門特別企画として基調講演、先端技術フォーラム、ワークショップなどを企画しております。基調講演では「プラズマ支援燃焼エンジン (仮題)」として岡山大学の富田英二先生にご講演を賜る予定です。

先端技術フォーラムでは「化石燃料を引き継ぐ次世代燃料の選択と利用技術の課題は何か (仮題)」と題し、現在流通している燃料と近々現れるであろう燃料を俯瞰した最新技術について、数名の講師をお招きして、話題提供と討論をする予定です。ワークショップでは「炭素循環と代替燃料 (仮題)」と題し、地産地消を標榜するバイオ燃料の現状に関する話題提供をいただく予定です。部門同好会では第89期エンジンシステム部門賞贈答式を実施する予定です。詳細は年次大会ホームページ (<http://www.jsme.or.jp/2012am/>) に順次掲載されますので、ご参照ください。これらの特別講演を通して、将来のエンジンシステムとその燃料、ひいては日本再生の原動力について深く議論する場を設けさせていただきます。エンジンシステム部門メンバーにおかれましては、奮ってご参加いただきますよう、ご案内申し上げます。

### 第15回スターリングサイクルシンポジウムのご案内

第15回スターリングサイクルシンポジウム  
実行委員会 委員長  
濱口 和洋 (明星大学)



#### 経緯と趣旨：

第15回を迎える本シンポジウムは、当初はスターリングエンジン、スターリング冷凍機、パルス管冷凍機、熱音響エンジンなどのスターリングサイクル機器に関する技術発展のために、企業の開発者、大学及び研究機関の研究者らの交流の場として設けられました。その後、関連する教育教材機器も加えて今日に至っています。ところで、これまで商品化されたスターリングサイクル関連機器は、スターリング冷凍機やパルス管冷凍機といった極低温冷凍機が中心でしたが、欧米ではスターリングエンジンの商品化も開始しています。一方、日本においても、関連する冷凍機は商品化されているものスターリングエンジンや熱音響エンジンは今一步といったところです。スターリングエンジンは、欧州での一般家庭向けマイクロコージェネレーションシステム用エンジンとして既に商品化され、バイオマス燃焼発電や太陽熱発電用エンジンの開発も盛んです。日本においては比較的低温の廃熱利用発電、バイオマス燃焼発電用のエンジン開発がなされており、熱音響エンジンについても、廃熱利用発電への利用が考えられ、様々な提案がなされています。本シンポジウムでは、日本におけるスターリングサイクル機器関連技術のより一層の発展のため、大学、研究機関、企業における若手研究者・技術者の研究発表の場として交流の場として、さらなる進展を図りたい。

開催日：2012年11月17日(土)

会場：明星大学日野キャンパス 28号館 4F  
(東京都日野市程久保 2-1-1)

参加登録料：会 員…6,000円 (講演論文集含)  
会 員外…8,000円 (講演論文集含)  
学生員無料 / 一般学生…1,000円  
\* 講演論文集：参加者・会員…3,000円  
会 員外…4,500円

#### 協賛学協会 (予定)：

韓国機械学会、自動車技術会、太陽エネルギー学会、低温工学・超電導学会、日本設計工学会、日本マリンエンジニアリング学会、日本冷凍空調学会、日本燃焼学会、日本熱物性学会、日本伝熱学会、エネルギー・資源学会、日本産業技術教育学会

予想規模：発表講演論文数 40 件、参加者数 130 名

#### 学術講演：

スターリングエンジン、バイオマス燃焼発電システム、廃熱発電システム、コージェネレーションシステム、熱音響エンジン、スターリング冷凍機、パルス管冷凍機、関連要素、各種用途開発、関連教材用熱機器

機器展示：関連機器の展示並びにポスター展示

理科/工学教育展示：関連機器の理科教育及び工学教育教材の展示並びにポスター展示

実行委員会：委員長：濱口 和洋(明星大)

幹事：齊藤 剛(明星大)、上田 祐樹(農工大)  
委員：香川 澄(防衛大)、加藤 義隆(大分大学)、  
大高 敏男(国土館大)、篠木 政利(福島高専)、  
鈴木 伸治(サクシオン瓦斯機関)、  
関谷 弘志(早稲田大)、竹内 誠(サクシオン瓦斯機関)、  
田中 誠(日本大学)、戸田 富士夫(宇都宮大)、  
納富 信(早稲田大)、原村 嘉彦(神奈川大)、  
平田 宏一(海技研)、平塚 善勝(住友重機)、  
琵琶 哲志(東北大)、星野 健(JAXA)

## 内燃機関シンポジウム開催のご案内

第23回内燃機関シンポジウム委員会  
委員長

小川 英之 (北海道大学)



副委員長

富田 栄二 (岡山大学)



近年のエンジンシステムの高度化、複雑化さらには統合化に伴い、課題となるのが技術の伝承、次世代エンジニアの育成です。本シンポジウムでは目的の一つに「エンジン技術発展のために、大学や大学院生、企業若手エンジニアとベテランエンジニアとの研究・技術交流の場を提供する」ことを掲げ、毎年開催される国内最高峰の定期シンポジウムとして、さらなる発展を図りたいと思います。そのためにも本シンポジウムでは十分な質疑討論が可能となるような講演時間の確保と6ページに及ぶ完成度の高い講演論文集、最小限の講演室数を伝統として参りましたが、今後ともその路線を継承して参りたいと考えております。

今後は次の通り、第23回を北海道大学にて開催します。皆様のご参加をお待ち申し上げております。

第23回内燃機関シンポジウム

～世代を超えたエンジンシステムへの再挑戦～

◆会期：2012年10月31日(火)～11月2日(木)

◆共催：一般社団法人日本機械学会 (幹事学会)  
公益社団法人自動車技術会

◆会場：北海道大学 学術交流会館 (北海道・札幌)

◆参加登録費：

※講演論文集1冊を含む (消費税込み)

◎正会員 13,000円 (9/30以前)

15,000円 (10/1以降)

◎会員外 28,000円 (9/30以前)

30,000円 (10/1以降)

◎学生(会員) 4,000円 (9/30以前)

6,000円 (10/1以降)

◎学生(会員外) 8,000円 (9/30以前)

10,000円 (10/1以降)

※共催および協賛学協会会員は会員扱いです。

【URL】

<http://www.ec-pro.co.jp/23rdICES/>

## 基礎教育講習会 —エンジン技術の基礎と応用(その25) のご案内

企画：エンジンシステム部門

協賛(予定)：自動車技術会

石油学会

日本燃焼学会

日本マリンエンジニアリング学会

日本内燃機関連合会

日本ガスタービン学会

開催日：2012年11月30日(金)

会場：(株)堀場製作所

東京セールスオフィスエクセレントホール

東京都千代田区神田淡路町2-6

神田淡路町2丁目ビル

内容：

本基礎教育講習会は、将来のエンジン技術を支える企業の若手技術者や学生を対象として、エンジン技術の基礎と応用に関わる幅広い分野の実用的な知識を提供し、教育することを目的として企画しております。

今回は、将来のエンジン技術開発のキーポイントとなる事項について、実務に即した基礎的内容の講習を企画いたしました。

- 1) 内燃機関の熱効率向上技術と将来展望  
(日産自動車(株)：堀田勇)
- 2) 新世代高効率ガソリンエンジン・クリーンディーゼルエンジンの開発 (マツダ(株)：赤木裕治)
- 3) 量産車用プラグインハイブリッドシステムの開発  
(トヨタ自動車(株)：上地健介)
- 4) 排ガス計測の基礎と最新計測技術  
((株)堀場製作所：木原信隆)
- 5) 自動車及び燃料選択に係る評価方法  
- LCA と WTW について -  
(トヨタ自動車(株)：沼田耕一)

昨年度も受講者の大多数から「非常に役立った」と御回答を頂いております。是非、若手技術者の育成にご活用下さい。

聴講料：会員……15,000円／会員外……25,000円

学生員… 5,000円／一般学生… 7,000円

※いずれも教材1冊分の代金を含みます。

協賛団体会員の方も本会会員と同じ取り扱いとさせていただきます。

申込方法：本会ホームページ

<http://www.jsme.or.jp/kousyu2.htm>

よりお申し込み下さい。

問合せ先：

一般社団法人日本機械学会 (担当職員：加藤 佐知子)

電話：03(5360)3503 / E-mail：kato@jsme.or.jp

## 部門活動紹介

### A-TS 07-50 北海道新エンジンシステム研究会

主査

城戸 章宏 (北海道自動車短大)



幹事

西川 孝二 (北海道自動車短大)



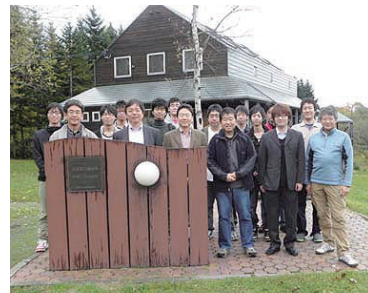
本研究会は北海道内におけるエンジン研究者相互の情報交換、研究討論の場として設立しました。エンジンの多用途化、最新技術動向、排気エミッションによる地球環境問題、および新燃料の動向等に関する幅広いテーマの研究討論を通して、基礎研究を育成し、新たな研究テーマを開拓すること等を目的としています。

また、本会は北海道大学名誉教授の宮本先生をはじめ、北海道大学、北見工業大学、室蘭工業大学、北海道工業大学、北海道自動車短期大学、苫小牧工業高等専門学校教員の、ならびに(株)ワークム北海道・敝田社長の合計 23 名で構成しており、広い地域に分散している北海道内の研究者相互の情報交換の場としての機能も持ち合わせた活動を展開しています。

平成 23 年度は 3 回の講演会を実施しました。

第一回は東京工業大学の小酒先生とタイの Dr. Laonual 氏による講演会、第二回はウイスコンシン大学のフォスター先生による講演会を、共に北海道大学にて実施しました。いずれも研究会構成メンバーと学生ら 20 数名が参加し、活発な討議も行われました。

第三回は北海道工業大学同窓会所有の芦原ニセコ山荘において恒例の宿泊講演会・懇談会を実施しました。札幌にて開催された自動車技術会秋季大会の日程に合わせて実施したため、多くの先生や企業の方、ならびに学生の皆さんにご参加いただきました。日本工業大学の中野先生、北海道大学の小川先生のご講演に引き続き、北海道の魚介による寿司を味わい、美酒とともに深夜までエンジン談議に花を咲かせました。



平成23年10月15日  
芦原ニセコ山荘にて



表 1 平成 23 年度・平成 24 年度の研究会活動

年	回	開催日	会場	講演題目	講演者	講演者所属
平成 23 年度	1	5/13	北海道大学	雰囲気の不均一性がディーゼル燃焼に与える影響機構	小酒英範教授	東京工業大学大学院
				Research Activities of Combustion Engine using Ethanol as Fuel at KMUTT	Dr. Yossapong Laonual	King Mongkut's University of Technology Thonburi
	2	8/29	北海道大学	The ERC and Exploration of an Approach to Maximize Engine Efficiency	Prof. David E. Foster	University of Wisconsin
平成 24 年度	3	10/15	北海道工業大学 芦原ニセコ山荘	プラズマによる自着火促進効果の数値シミュレーション	中野道王准教授	日本工業大学
				ディーゼルエンジンのさらなる向上の可能性	小川英之教授	北海道大学大学院
平成 24 年度	1	7/18	北海道大学	今後の電気駆動車の展開と自動車用蓄電池に関する課題	河合英直氏	独立行政法人 交通安全環境研究所
	2	8/5	北海道自動車短期大学	SKYACTIV エンジンについて ～内燃機関の将来性～	人見光夫氏	マツダ(株)
	3	11/3	北海道工業大学 芦原ニセコ山荘	講演者・参加者募集中です		

平成 24 年度も多くの皆様のご協力をいただき、前ページ表 1 に示す研究会活動を展開中です。第三回の研究会は、札幌で開催する内燃機関シンポジウムの日程に合わせて、恒例のニセコ山荘で

一泊二日にて実施予定です。ご講演いただける方と参加希望の方を募集中です。主査の城戸または幹事の西川にぜひご一報ください。

一緒に北海道の秋を満喫しませんか。

## A-TS 07-52 自着火制御技術の高度化研究会



主査

中野 道王 (日本工業大学)



幹事

飯島 晃良 (日本大学)

本研究会は、自着火現象の解明およびその制御技術の高度化を目指して 2011 年 10 月に設置され、現在 47 名 (大学 25 名、研究所 6 名、企業 16 名) で活動を行なっています。

エンジンシステムの徹底的な高効率化に向け、ガソリン機関ではノッキングやプレイグニッションなどの課題があります。また、ガソリン機関、ディーゼル機関のいずれにおいても、予混合気の自着火燃焼の利用が期待されています。さらに、燃料や点火系についても、様々な新技術の開発が活発化しております。そこで、これらに関する知

見を委員会内外からの話題提供を通じて共有し、大学、研究所、メーカーなどの各所の研究成果を融合することにより自着火現象の包括的な理解を進め、次世代エンジンシステム開発に必要な自着火制御技術の高度化を目指しております。

研究会は、年 4 回の開催を基本とし、委員およびお招きした講師により、毎回 2、3 件の話題提供を頂いております。これまでの話題提供の一覧を下記表 1 に示します。

話題提供に続く質疑応答では、自着火をキーワードに、ガソリン機関、ディーゼル機関、ガス機関、HCCI、ノッキング、プラズマ支援燃焼、燃焼制御、乗用車用、トラック用、船舶用、二輪用、発電用、汎用、レース用など、様々な角度から活発な議論がなされております。エンジンの用途、サイズ等が異なれば、その相違点や共通点に対する疑問が現れ、熱い議論に発展することがよくあります。様々な用途のエンジンをバックグラウンドに持つ研究者が一堂に会し議論をする、この研究会ならではの感じます。

本研究会では、これからも自着火現象を中心に、エンジンシステムの更なる発展に向けて活動を続けてまいりますので、皆様のご支援をお願い申し上げます。

表 1 自着火制御技術の高度化研究会 題目一覧

研究会	開催日	場 所	話題提供者 (所属)	題 目
第 1 回	2011年10月4日	日本機械学会	桑原一成 (大阪工大)	ノルマルアルカンの反応機構を読み解いた上で脂肪酸メチルエステルの高着火性に反応論的説明を加える
			飯島晃良 (日大)	燃料組成と過給が HCCI 機関の主燃焼二段熱発生挙動に及ぼす影響
			安井伸輔 (本田技術研究所)	超高速レース用エンジンの CFD 体積効率予測とその実機を用いた熱効率チャレンジ
第 2 回	2012年1月12日 ※先進内燃機関セミナー研究会との合同開催	早稲田大学 理工学部	鈴木泰政 (早大院)	モデルベース制御のためのディーゼルエンジン構成要素のモデリング
			中野道王 (日工大)	非平衡プラズマによるラジカル生成と自着火促進効果の数値シミュレーション
早稲田大学 研究室 見学実施				
第 3 回	2012年2月17日	日本工業大学	志茂大輔 (マツダ)	SKYACTIV-D の燃焼技術開発
			手崎衆 (富山大)	中間生成物から理解する自着火反応機構
日本工業大学 工業技術博物館 見学実施				
第 4 回	2012年6月8日	日本大学 理工学部	緒方健一郎 (日立製作所)	ガソリン HCCI エンジン実用化に向けた耐環境ロバスト制御の検討
			勝俣雅人 (富士重工業)	ノッキング現象中の圧力波の挙動
			富田栄二 (岡山大)	希薄ガス燃料エンジンにおける PREMIER 燃焼 (エンドガス部における圧力振動を伴わない自着火)

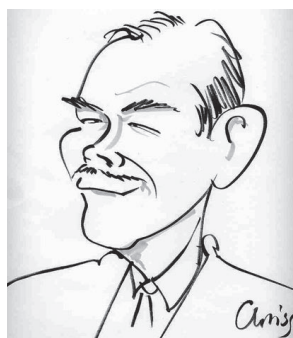
## 部門賞贈賞報告

第89期部門賞委員会 委員長  
 志賀 聖一（群馬大学）  
 幹事  
 窪山 達也（千葉大学）

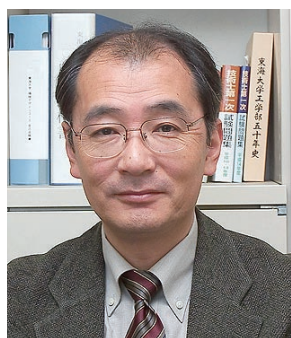
2011年度（第89期）エンジンシステム部門において、部門賞が決定いたしましたので、ご報告いたします。エンジンシステム部門では部門賞として、功績賞、研究業績賞、技術業績賞が設けられております。功績賞は部門に関連する学術、技術、国際交流などの分野における業績並びに部門活動への貢献度が顕著であった個人、研究業績賞は部門に関連する学術分野での業績が顕著であった個人、技術業績賞は部門に関連する技術分野での業績が顕著であった個人に贈られます。2011年度も例年通り、部門の代議員、運営委員会委員長、部門所属分科会、研究会主査の方々から候補者をご推薦いただき、部門賞選考委員会において選考を行い、部門運営委員会で決定いたしました。その結果、以下のように3名の方が受賞されます。

### 1. 功績賞

元名古屋工業大学 教授 太田 安彦 氏  
 「永年にわたり予混合圧縮自着火の解明に取り組むことで、今日まで盛んに研究されている予混合圧縮自着火機関の礎を築いたことについての功績」（1967年 名古屋工業大学助手、1978年 名古屋工業大学講師、1985年 名古屋工業大学助教授、1993年 名古屋工業大学教授）



功績賞 太田 安彦 氏



研究業績賞 畔津 昭彦 氏



技術業績賞 後藤 新一 氏

### 2. 研究業績賞

東海大学 教授 畔津 昭彦 氏  
 「ディーゼル噴霧・燃焼の基礎研究と潤滑油膜のレーザ計測に関する研究」（1983年 通商産業省工業技術院機械技術研究所 研究員、1986年 東京大学工学部機械工学科 助教授、2002年 東海大学工学部機械工学科 教授）

### 3. 技術業績賞

（独）産業技術総合研究所 新燃料自動車技術研究センター長 後藤 新一 氏  
 「自動車用新燃料の利用技術と規格標準化に関する業績」（1980年 工業技術院機械技術研究所基礎部、1983年 ウィスコンシン大学客員研究員（1984年まで）、1984年 工業技術院機械技術研究所エネルギー部主任研究官、1985年 工業技術院ムーンライト室併任（1986年まで）、1994年 企画室室長補佐併任（1996年まで）、1997年 工業技術院機械技術研究所エネルギー部燃焼工学研究室長、2001年 独立行政法人産業技術総合研究所へ組織再編 エネルギー技術研究部門クリーン動力研究グループ長、2005年 環境調和型ディーゼル連携研究体長、2007年 新燃料自動車技術研究センター長）

また、エンジンシステム部門では、部門に関連するシンポジウムなどで優れた講演発表を行った35歳以下の研究者を対象に「ベストプレゼンテーション表彰」を行っております。

同時に、学生員、准員および修士課程（博士課

程前期) 修了後1年目の研究者を対象に「日本機械学会若手優秀講演フェロー賞」の選考を行っています。

2011年度は以下の4名の方が選ばれました。

### 1. ベストプレゼンテーション賞

・京都大学大学院生 宮本 祐輔 氏

(日本機械学会 2011年度年次大会において選出)

題目:「二成分燃料中におけるn-アルカンの推定セタン価」

・千葉大学 窪山 達也 氏

(第22回内燃機関シンポジウムにおいて選出)

題目:「冷却水温度がブローダウン過給HCCI機関の運転性能に与える影響」

・海上技術安全研究所 市川 泰久 氏

(第14回スターリングサイクルシンポジウムにおいて選出)

題目:「電気推進船に用いる排熱利用スターリングエンジンの開発、第2報 陸上予備試験によるスターリングエンジンの性能特性」

### 2. フェロー賞

・北海道大学大学院生 稲葉 一輝 氏

(日本機械学会 2011年度年次大会)

題目:「燃料性状が予混合化ディーゼル燃焼の運転可能負荷限界に及ぼす影響」

なお、部門賞およびベストプレゼンテーション表彰の贈賞式は、2012年度年次大会エンジンシステム部門同好会(9月10日、金沢大学)において執り行われます。



ベストプレゼンテーション賞  
宮本 祐輔 氏



ベストプレゼンテーション賞  
窪山 達也 氏



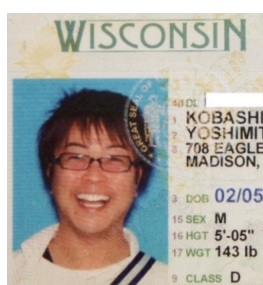
ベストプレゼンテーション賞  
市川 泰久 氏



フェロー賞  
稲葉 一輝 氏

## 海外滞在記

### 在外研修レポート



小橋好充 (金沢工業大学)

私は金沢工業大学の派遣留学制度を利用して、2012年4月1日から1年間の予定で米国 Wisconsin 大学 Madison 校 Engine Research Center (以下、ERC) に滞在しています。

周知のとおり ERC は米国屈指のエンジン研究所で、これまでに著名な教授陣のもと、多くの研究成果を世に輩出しています。現在の ERC は7名の教授陣とポスドク・技師を含む10名の研究スタッフ、55名の博士・修士学生と数名の訪問

研究者から構成されています。居室と実験室は Engineering Research Building とそれに隣接する Mechanical Engineering Building にあります(写真1)。大所帯のため、学生の居室は点在気味にありますが、ランチルーム等の共用スペース、



写真1 Engineering Research Building(手前)と Mechanical Engineering Building(奥)

学期中に毎週開催されるセミナー（学生等による研究発表。筆者も発表予定）や時折開催されるピザパーティ（博士論文のディフェンス後などにピザを振る舞う慣例行事）など、顔を合わせ、議論を交わす機会はいろいろ設けられています。

実験室には大小さまざまな実エンジン、可視化エンジン、定常および過渡試験ベンチ、定容容器などの実験装置があります。また、それぞれの実験室には研究目的に応じた高価な分析・計測機器があり、装置・機器の多くがコンピュータによって統合制御されるなど、研究内容とともに実験システムも最新のトレンドを踏襲しています。しかし、全てが新しいわけではなく、古い装置や機器もメンテナンスしながら大切に使用しているようです（余談：こちらでは、研究所でも私生活でも、もったいない文化の日本以上に物を大切にしているように感じることがあります）。

ホストになっていただいた Jaal B Gandhi 先生は、エンジン内の流れや燃焼を対象に光学診断など計測技術を応用した実験研究をされています。私は大学院生とともに定容容器を使った研究をしています。週に1回のチームミーティングでは進捗状況の確認にはじまり、装置の設計、改善案、今後の予定に至るまで丁寧な指導をされています。また、私の向かいにある先生の居室には朝から夕刻まで頻繁に学生が訪れ、研究に関する助言や議論が行われるなど、面倒見の良さが伺えます（学生によると、論文添削も相当厳しいとか）。

さて、ERCのあるMadison市はMonona湖とMendota湖に挟まれた位置に中心街のある独特な地形であることに加え、アパートの庭でもリスやウサギの姿が見られるほど至るところに自然が残る風光明媚な街です。市内には整備された自転車専用路がはりめぐらされており、季節の良い今は多くの方が通勤に利用しています。私もマウンテンバイクで通勤しながら、たまに遠回りして湖

畔を走りますが、まさに爽快です。ちなみに、実験研究をメインにされているERCの4人の先生も今の季節は自転車通勤です。

さらに、Madison市は治安が良く、人々の多くはフレンドリーで、大変住みやすい街です。妻と息子は渡米してまだ1ヶ月ですが、私のいない日中は車やバスでショッピングに出かけたり、公園や近所で友達をつくったりとMadison生活を満喫しています。

私は渡米後3ヶ月が経ちましたが、そこそこ自信のあった(?)英会話は、今でもレストランで残り物を持ち帰る箱(box)をお願いするとガイド本(book)を持ってこられたり、ビリヤード(pool)に誘われたのに水着の用意をしたり、といった有様です。それでも、英会話に限らず、ある先輩からいただいた言葉「ドントヘジテイト!」を胸に、研究所でも私生活でも何事にも臆せず積極的に行動するよう心掛けています。

末筆となりましたが、このような機会を与えて頂いた金沢工業大学関係各位、研究室生が多く忙しい年度にもかかわらず早く送り出してくださった加藤聡教授、Gandhi教授をご紹介くださった同志社大学・千田二郎教授、ご助言と激励を賜りました皆様に厚くお礼申し上げます。



写真2 Monona湖から望むMadisonのダウンタウン

## CFDによるエンジン イノベーションへの期待

脇坂 知行  
(独)産業技術総合研究所  
(客員研究員)



### 1. エンジンにおけるハードとソフトの進化

2011年3月11日の東日本大震災以後、我国ではエネルギーセキュリティが喫緊の課題となっている。このような社会状況のもとで、内燃機関に対してはエネルギー問題への対応が強く要請されており、排気の清浄化を図りつつ、大幅な熱効率の向上（CO<sub>2</sub>排出量の低減）、および燃料の多様化を図ることが必須となっている。

ディーゼル機関では、コモンレール方式によって噴射圧力が年々高圧化され、噴霧の微粒化が促進され、また多段噴射により、混合気形成と着火・燃焼をコントロールできるようになって来ている。また、ガソリン機関においては、筒内直噴により、筒内の混合気分布をコントロール（均一化あるいは層状化）できるようになった。燃焼室形状やガス流動（スワール、タンブル、スキップ、トロイダル渦）の最適化技術も大きく進化している。これらの技術をもとに、低燃料消費率・低エミッション機関として、希薄化・高EGR燃焼機関、高過給ダウンサイジング機関、高膨張比機関（可変動弁機構や複リンク機構を利用）、高圧縮比ガソリン機関、低圧縮比ディーゼル機関などが実用化されて来た。

予混合気の点火に関しては、超希薄・高EGR混合気の点火促進のために、多重電気火花点火の他に、レーザ点火やマイクロ波を用いた非平衡プラズマ点火などの実用化研究が行われている。ガス機関での希薄混合気点火については、副室火花点火方式や軽油パイロット噴射点火方式が用いられているが、このような一種のトーチからの火炎伝播過程の改善も試みられている。

圧縮着火燃焼に関しては、ATAC、AR、CAI、HCCI、PCCI、PCI、PREDIC、MULDIC、MK、UNIBUS（順不同）など、様々な名称の燃焼方式が研究されて来た。また、「着火性の異なる2種類の燃料を用いて、時間的・空間的に燃料の着火性をコントロールする」というコンセプトの燃焼方式を、ReitzらはRCCI（Reactivity Controlled

Compression Ignition）と名付けており、この方式の燃焼を最適化すれば、大幅な熱効率向上とエミッション低減が実現できるとしている。

以上のように、ガソリン機関、ディーゼル機関、ガス機関など往復式内燃機関においては、混合気形成技術と燃焼コントロール技術、および排気後処理技術が、各種の電子制御デバイスの活用によって近年非常に進歩し、熱効率の向上とエミッションの低減化が進んで来た。つまり、往復式内燃機関の基本的な機構（ハード）は、長年に亘って改良され、熟成されて来たものであるのに対し、燃料の持つ化学エネルギーを、燃焼プロセスを経て如何に効率良く動力に変換するかという技術（ソフト）は、近年急速に進展して来たものであり、その技術は、まだなお発展の余地があると思われる。

上記のような新規の燃焼方式や、様々な可変機構を利用したり、作動サイクルを工夫（例えば、4サイクルと6サイクルの切替）することにより、熱効率が極限まで改善されることが期待される。また、往復式内燃機関を用いたコージェネレーションシステムは、今後、一層重要性が増すと思われるが、熱効率の向上とともに低温化する排熱の有効利用に関して、熱としてだけでなく電力として回収する技術の進展（例えば、低沸点媒体を用いたバイナリー発電システムの効率改善）が望まれる。

燃料については、燃料源の多様化や低炭素化のため、水素、天然ガス、ジメチルエーテル（DME）、合成軽油（GTL）、バイオ燃料（バイオガス、バイオディーゼル燃料、メタノール、エタノール）など、非石油系燃料を活用する研究が進められている。中でも、天然ガスは、シェールガスやメタンハイドレートにより、供給量の増加と低価格化が期待されるので、メタンガスを用いたガス機関（バイオガス機関を含む）あるいは二元燃料機関の高効率化も課題である。

長期的視野に立てば、循環型低炭素社会に向けて、再生可能かつカーボンニュートラルな燃料であるバイオ燃料（ただし、食料に用いられない植物資源由来であって、栽培・製造・供給の過程においてエネルギー消費が少ないことを要する）の普及が切に望まれる。

上述のように多様化する燃料や新規の混合気形成・燃焼方式を用いた往復式内燃機関における燃焼状況を把握し、大幅な高効率化・クリーン化を

図るためには、実験と共に、数値流体力学 (CFD) に基づく数値解析によるシリンダ内の物理的・化学的諸現象の解明 (燃料噴射、ガス流動、燃焼室形状などが、燃料噴霧挙動、燃料濃度分布、燃焼経過に及ぼす影響の解明) が欠かせなくなっている。

## 2. 独自のエンジン CFD コードの開発経緯

エンジンシリンダ内におけるガス流動の解析が、1975年に Imperial College の Gosman らにより試みられてから約 37 年、また Los Alamos National Laboratory の 3 次元噴霧燃焼解析コード KIVA の初版が、1985 年に発表されてから約 27 年が経過する。筆者は、当時、エンジンにおけるガス流動の 3 次元数値解析コードの開発に取り組んでいたが、エンジンの噴霧燃焼現象が KIVA コードにより、スーパーコンピュータ Cray-1s を用いて 3 次元数値解析できるようになったという論文を読んで大きな衝撃を受けた。当時、筆者が使用していたデスクトップ型 PC (パーソナルコンピュータ) は、NEC PC9801-VM2 (CPU: NEC V30 [10MHz]、メモリ: 標準 384KB [最大 640KB]、FDD: 1.2MB 5.25" × 2 [HDD 無し]、本体定価: 415,000 円) で、演算速度は 0.06MFlops 程度であり、当然、3 次元 CFD 計算は不可能であったが、将来は PC でもエンジンの噴霧燃焼解析が可能になるであろうと考え、そのような自作コードを開発しようという目標を立てた。それ以来 20 数年にわたって、京都大学および大阪市立大学で多くの学生諸君および共同研究の大学、研究所および企業の方々の協力を得ながら GTT コード (GTT-SPRAY: 噴霧計算用公開コード、GTT-COMB: 総括反応モデルに基づく 3 次元燃焼計算コード、GTT-CHEM: 素反応モデルに基づく 3 次元燃焼計算コード) の開発・改良に携わり、エンジンのガス流動、噴霧、燃焼の数値解析に関する研究を行ってきた。一昨年に大阪市立大学を定年退職したが、現在も、産業技術総合研究所で各コードの改良・サポートを続けるとともに、ガス燃料やバイオディーゼル燃料の噴霧・燃焼シミュレーションに取り組んでいる。このように長年に亘ってエンジン CFD の研究を続けて来ることができたのも、多くの方々のご協力により、様々なノウハウが蓄積されて来たためであり、感謝する次第である。

GTT コードは、Generalized Tank and Tube Method に基づいた 3 次元の熱流動数値解析コードであるが、これは Gosman らが開発した TEACH

コードで用いられている有限体積法の一種の Tank and Tube Method と完全陰解法をベースに、独自に一般曲線座標と伸縮座標変換、および高精度差分法を取り入れ、また KIVA コードの Sub-cycle 法と離散液滴モデル DDM (Discrete Droplet Model) を組み込んだものである。これらの手法により、境界適合・移動格子のもとで、実機形状の吸気ポート、シリンダ、燃焼室領域におけるガス流動、燃料噴霧挙動、混合気形成について、PC で高精度かつ効率的に 3 次元数値解析を行うことができる。燃焼過程については、総括反応モデルを組み込んだ GTT-COMB コードでは、Single-core CPU の PC でも実用的な時間 (数時間) で 3 次元計算が可能である。しかし、反応過程と燃焼生成物の詳細な解明を行うために素反応モデルを組み込んだ GTT-CHEM コード (このコードは、機械学会の 2002 ~ 2003 年度 RC197 「エンジンの燃焼モデリングに関する調査研究分科会」における早稲田大学の草鹿教授との共同研究を基にしたものである) では、3 次元化学動力学計算に多大の時間を要するので、後述のように PC クラスタや Multi-core CPU の PC などを用いた並列計算が必要である。

## 3. エンジン CFD コード自作の勧め

上述のように、筆者はエンジン CFD において、自作のコードを用いることにこだわってきたが、最近は企業や大学で商用の熱流体解析コードが用いられることが多くなって来ている。

商用コードには、非構造格子や解適合格子に基づく自動メッシュ作成機能や高速の素反応計算アルゴリズムを使用できるものもあり、汎用性と GUI 化されたユーザーインターフェースやプリ・ポストなどの点で使い易く、企業での使用には向いているであろう。しかし、コードの中身はブラックボックスであり、どのように計算されているか分からないので、計算結果の解釈・評価に経験を要すると思われる。また、計算過程や計算結果で問題が生じた場合、対処が難しいし、新たな物理・化学モデルや新規の燃料の諸物性値を組み込むことも容易ではない。

一方、ソースコードがオープンにされている KIVA や GTT コード (Fortran で記述) などのオープンソース系のコードや、自主開発の in-house コードを利用する場合は、データの入出力が必ずしも GUI 化されていないので、使用するのが手軽ではないが、当然ながらソースコードを読めば、流動計算スキーム、噴霧モデル、燃焼モデルにつ

いて、それぞれどのようなモデルで、どのように計算されるかが判る。したがって、計算結果からエンジンシリンダ内現象をより深く理解することができ、燃焼改善方策について新たなアイデアが生まれ易いものと思われる。また、計算結果に問題がある場合は、プログラムを修正すれば良いし、様々な乱流モデル、噴霧モデル、燃焼モデル、素反応モデルを組み込むことも可能である。さらに、新たな燃料に対しても、その諸物性値を組み込めば対応が可能となる。したがって、これらの自作コードは、次世代エンジンの研究・開発に向いていると言える。例えば、GTT コードをベースにしたコードが、低圧縮比ディーゼル機関の燃焼室開発などに活用されている。

上記のように、エンジン CFD コードを自ら作成すれば、エンジンにおけるガス流動・噴霧・燃焼現象の理論的背景を学習・理解するのに大いに資することができるであろう。このことより、筆者は、次代を担う若手のエンジン研究者・技術者には、是非、エンジン CFD コードを、全体でなくても、サブルーチンレベルでも自作してみることをお勧めしたい。自作コードであれば、Multi-core CPU による計算の並列化、GP-GPU (General Purpose Computing on Graphics Processing Units) の利用など、PC や WS (ワークステーション) のハードウェアの進歩に合わせてコードの高速化を図ることも可能である。

#### 4. 計算機とエンジン CFD の進歩

筆者は、1982 年頃から円筒座標に基づくエンジンシリンダ内ガス流動の 3 次元数値計算コードの作成を始めたが、一般曲線座標に基づく GTT コードの最初のバージョン (ガス流動のみ計算可能) を完成したのは 1990 年である。当時、コード開発に使用した計算機は、京都大学大型計算機センターに設置された富士通のベクトル型スーパーコンピュータ FACOM VP200 であった。その演算速度は 500MFlops で、主メモリ容量は 256MB であった。また、1985 年に発表された KIVA コードはベクトル型スーパーコンピュータ Cray を対象として開発されたコードであるが、当時の Cray-1s の演算速度は 160MFlops 程度とされている (主メモリ容量 8MB で、価格は 880 万ドル程度 [当時の為替レートで約 21 億円])。一方、筆者が現在使用しているデスクトップ Windows PC (総メモリ容量 4GB、ハードディスク容量 1TB で、本体価格は約 10 万円) の CPU である Intel Core i7-860 Quad-core (2.8GHz) の 1 core 当たりの理論演算

速度は 11.2GFlops であり、Cray-1s に比べると 70 倍の演算性能で、価格は約 2 万分の 1 である。さらに、最近の Intel Core i7-3930K Hexa-core (3.2GHz) を搭載したデスクトップ PC (総メモリ容量 16GB、ハードディスク容量 1TB で、本体価格は約 15 万円) を 6 core で作動させると理論演算速度は 153.6GFlops となり、Cray-1s の 960 倍の演算速度で、演算速度÷価格で表されるコストパフォーマンスは実に約 1 千万倍であり、PC は驚くばかりの進歩を遂げている。

筆者の GTT-COMB コードおよび GTT-CHEM コードを用いて、図 1 に示す軽油を燃料とする直接噴射式ディーゼル機関 ( $\phi 102 \times 105\text{mm}$ 、圧縮比 17、5 噴孔ノズル、トロイダル型キャビティ) について、PC および WS により燃焼解析を行った際の計算時間の比較を表 1 に示す (格子分割数:  $46 \times 46 \times 28$ 、液滴パーセル数: 16000、計算期間: 吸気行程下死点~膨張行程下死点)。この表に示すように、素反応モデルによる 3 次元燃焼解析は、多数の CPU (または core) を用いた並列計算でも、総括反応モデルの場合に比べて、長大な計算時間を必要とする。各素反応式を逐次解いて行く PaSR 法に比べて、GTT-CHEM コードでは各素反応式を連立させて解くので計算負荷が大きく、計算時間の大部分は素反応計算に費やされる。しかし、その素反応計算は、計算セル毎に独立して実行されるので、計算領域を分割し CPU の各 core に分担させて同時に計算することが可能である。そのため、表 1 より明らかなように、総計算時間は使用 core 数の増加に概ね反比例して短縮される (core 数 < thread 数の場合は、さらに短縮される)。また、計算時間は使用する化学反応スキームにおける反応式数にほぼ比例するので、計算時間の短縮化のためには、精度を維持しつつ、より簡略化した素反応スキームや反応計算の高速化アルゴリズム (Dynamic Cell Clustering, Dynamic Adaptive Chemistry など) の導入が課題である。

計算時間短縮の一方策として、軸対称エンジンモデル (1 噴孔分の扇形メッシュを使用) で計算できるように、GTT-COMB コードおよび GTT-CHEM コードを最近改良した。いずれのコードの場合も、軸対称エンジンモデルで燃焼計算を行ったところ、計算時間は、ほぼメッシュ数を削減した分だけ短縮できた。さらに、GTT-COMB コードをベースに、着火モデルを Schreiber の 5 step スキームから Lievengood-Wu モデルに変更し (Lievengood 積分値は、化学平衡モデルに基づい

て予め計算したテーブルから求める)、軸対称エンジンモデルのもとで燃焼計算を行えば、Single-core のみでも計算時間は 10 分程度に短縮されることが判った。このような簡易燃焼モデルは、予め詳細な素反応モデルによる燃焼解析結果で妥当性を確かめておけば、計算機による燃料噴射条件や燃焼室形状の最適化（遺伝的アルゴリズムによる探索）等に用いることができる。

以上のように、最近の PC の進歩には目覚ましいものがあり、20 数年前にはスーパーコンピュータで数 10 時間掛かっていた総括反応モデルに基づく 3 次元噴霧燃焼の計算を、現在は手軽に PC を用いて数時間程度で行えるようになった。この間、計算機のハードウェアは、次から次へと性能の良い機種が現れて置き換えられて行ったが、KIVA コード（現在は KIVA-4）や GTT コードは使われ続けて来た。このように、オープンソース系のソフトウェアは、多くの人が使用しながら改良して行くと、ノウハウの蓄積とともにツールとしての使い勝手が向上して行くので、長年にわたって有用性を保つことができる。

## 5. CFD によるエンジン イノベーションへの期待

エンジン燃焼解析における課題は、化学動力学

に基づく 3 次元燃焼解析の適用対象の拡大と実用性の向上である。すなわち、従来型燃料の燃焼における熱発生率や NO<sub>x</sub> 排出量の定量的予測は可能になって来たが、PM (Soot, SOF) や、CO、HC エミッションの予測精度はまだ不十分であり、これらの定量的予測が課題である。また、バイオディーゼル燃料など新規燃料の噴霧挙動や燃焼の解析も課題である。高次精度スキームや LES (Large Eddy Simulation) の適用による高圧噴射噴霧の挙動や燃焼の実用的予測も、今後の課題の一つであろう。

今後、PC や WS においては、CPU の core 数が更に多くなり高速化するものと予想されるので（現在、AMD が 1CPU 当り 16 core の Opteron 6200 series を市販）、数年後には素反応ベースの 3 次元燃焼解析が実用的なもの（1 ケースの計算時間が数時間程度）となる可能性がある。このような燃焼解析を活用することによって、次世代の超高効率かつクリーンな内燃機関を実現する新たな燃焼方式のコンセプトが創出されることが期待される。

今後とも内燃機関は、革新的技術が出現して、社会の要請に応じて行くことにより、動力源の主役であり続けて欲しいものである。（2012.7.10）

表 1 Comparison of the 3-D computation times of combustion in a direct-injection diesel engine on the basis of various chemical reaction models

Computer	Chemical reaction model*	No. of total cores used	Calculation time (hours) [relative value]	Estimated calculation time with single-core (hours)	PC / WS price** (×10 <sup>4</sup> yen)
PC : Windows XP Pro. OS (32bit), Intel Core 2 Quad Q6600@2.4GHz, Quad-core 1CPU (Memory 4GB)	S	1	3.9 [1.0]	3.9	10
PC : Windows XP Pro. OS (32bit), Intel Core i7-860@2.8GHz, Quad-core 1CPU (Memory 4GB)	W	4	42.7 [10.9]	170.8	10
PC : Windows 7 Pro. OS (32bit), Intel Core i7-3930K @3.2GHz, Hexa-core 1CPU (Memory 4GB)	W	6 (×2threads)	15.2 [3.9]	91.2	15
WS : Linux OS (64bit), AMD Opteron 2427@2.2GHz, Hexa-core 2CPUs (Memory 32GB)	W	4	45.7 [11.7]	182.8	50
	W	12	18.0 [4.6]	216.0	
	G	12	63.4 [16.3]	760.8	

\*\*Main unit price in 2010-2011

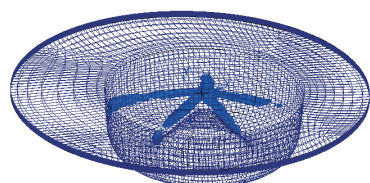


図 1 Engine model

\*Chemical reaction model

- S : Schreiber's 5 step scheme + Overall reaction model
- W : Wakisaka's C<sub>14</sub>H<sub>28</sub> reduced scheme (48 species, 91 equations)
- G : Golovitchev's C<sub>14</sub>H<sub>28</sub> detailed scheme (71 species, 291 equations)

## 行事カレンダー

● SAE World Congress 2013

開催日：2013/4/16-18

開催場所：Cobo Center, Detroit, Michigan, USA

<http://www.sae.org/congress/>

●第21回微粒化シンポジウム

開催日：2012/12/17-18

開催場所：東京工業大学大岡山キャンパス，東京

<http://www.ilass-japan.gr.jp/>

●第50回燃焼シンポジウム

開催日：2012/12/5-7

開催場所：愛知県産業労働センターウインクあいち，名古屋

<http://www.combustionsociety.jp/sympo50/>

●熱工学コンファレンス 2012

開催日：2012/11/17-18

開催場所：熊本大学 黒髪南地区，熊本

<http://www.jsme.or.jp/conference/tedconf12/>

●第15回スターリングサイクルシンポジウム

開催日：2012/11/17

開催場所：明星大学 日野キャンパス，東京

<http://www.jsme.or.jp/event/detail.php?id=1591>

●第23回内燃機関シンポジウム

開催日：2012/10/31-11/2

開催場所：北海道大学 学術交流会館，札幌

<http://www.ec-pro.co.jp/23rdICES/>

● Small Engine Technology Conference (SETC) 2012

開催日：2012/10/16-18

開催場所：Monona Terrace Community and Convention Center, Madison, WI, USA

●可視化情報学会全国講演会 2012

開催日：2012/10/4-5

開催場所：姫路商工会議所，姫路

<http://www.visualization.jp/>

●自動車技術会 2012 年秋季大会

開催日：2012/10/3-5

開催場所：大阪国際会議場，大阪

● SAE 2012

Powertrains, Fuels & Lubricants Meeting

開催日：2012/9/18-20

開催場所：Malmö, Sweden

<http://www.sae.org/events/pfl/>

●日本機械学会 2012 年度 年次大会

開催日：2012/9/9-12

開催場所：金沢大学 角間キャンパス

<http://www.jsme.or.jp/2012am/>

第90期広報委員会：委員長 木戸口善行 (徳島大学, kidog[AT]eco.tokushima-u.ac.jp)  
幹事 河崎 澄 (滋賀県立大学, kawasaki[AT]mech.usp.ac.jp)

発行年月日：2012年8月7日 組版：三美印刷株式会社

発行者：〒160-0016 東京都新宿区信濃町35 (信濃町煉瓦館5階)

一般社団法人 日本機械学会エンジンシステム部門 TEL (03) 5360-3500 FAX (03) 5360-3508

(C) 著作権：(2012) 日本機械学会エンジンシステム部門